

УДК 65.9 (2) 325.1

## КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА РІПАКУ З ОДЕРЖАННЯМ ТВЕРДОГО ТА РІДКОГО ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА

*С.І. Якушко, к.т.н., доц. СумДУ, м. Суми*

*Г.О. Остапенко, ТОВ «Глобал Технолоджи», м. Харків*

### **Необхідність комплексної переробки органічної сировини.**

Комплексний підхід у переробці має велике значення і перспективи. Підраховано, що комплексне використання продуктів переробки сільського, лісового господарств та харчової промисловості дозволить більш ніж на третину скоротити попит цих галузей на викопне паливо и майже на стільки ж - їх попит на традиційну сировину.

Впровадження таких підходів має на увазі створення комплексних ресурсозберігаючих технологій і обладнання. Гостро стоїть проблема використання вторинних ресурсів, які утворюються в процесі переробки сільськогосподарської сировини. При цьому окрім прямих втрат цінних компонентів виникають і екологічні проблеми.

Перспективи використання рослинних відходів величезні. Відходи в рільництві складаються на 90 % з соломи, на 2 % - із стрижнів качанів кукурудзи, на 2,0-2,5 % - з стебла соняшнику і кукурудзи, на 6-7 % - з багаття, полови, лушпиння, на 0,7-0,9 % - з лушпиння соняшнику. Розрахунки показують, що при врожайності 40 ц/га можна одержати з 1 га кількість органічного палива еквівалентне 1,5 тонни рідкого палива. Теплотехнічний аналіз, виконаний експериментальним шляхом, показує, що 5 кг соломи по кількості виділеного тепла еквівалентні 1,6 кг рідкого палива [1].

Енергетичний потенціал соломи, прибираної з 1 га зернових, еквівалентний 1200 - 1600 л рідкого палива. Незначний вміст в її складі сірки і відносно високий вміст кисню (відповідно в 5-10 разів нижче і в 5 - 25 разів вище, ніж у кам'яного вугілля) створюють сприятливі умови для спалювання, низьке споживання повітря (5,65 проти 10,85 м<sup>3</sup>/кг для кам'яного вугілля) і чистіші викиди в атмосферу.

Проведений аналіз показав, що вартість 1 ГДж теплоти, що виробляється з соломи, удвічі нижча вартості теплоти, що виробляється з рідкого палива. При цьому 70 % вартості теплоти соломи складають витрати на її транспортування і зберігання, які економічно виправдані при радіусі перевезень до 40-45 км [1].

### **Способи використання соломи для енергетичних цілей.**

У разі застосування соломи для енергетичних цілей вона повинна відповідати певним вимогам. При великій вогкості соломи виникають проблеми зберігання, транспортування і завантаження у котел. Практично максимально допустима вогкість знаходиться в межах 18 - 22 %. Теплотворна здатність соломи прямо пропорційна вмісту вологи і на цій підставі обчислюють ціну соломи як сировини для енергетичних цілей.

Солома залежно від форми, в якій вона збирається, може виступати в різному вигляді як енергетична сировина. Технологія переробки соломи для енергетичних цілей розділяється на три головні операції: отримання енергетичної сировини, підготовка до спалювання, і власне спалювання.

Солому достатньо складно використовувати у вигляді сировини для прямого спалювання як на етапах збирання, транспортування і зберігання, так і на етапі безпосереднього спалювання. Це пов'язано з неоднорідністю продукту, відносно високою вогкістю, малим об'ємним енерговмістом, достатньо низькою температурою

плавлення золи і підвищеним вмістом хлору. Об'єми соломи і вугілля, рівні по енерговмісту, розрізняються приблизно в 10-20 разів.

Тому соломі доцільно брикетувати. Останнім часом при обговоренні теми виробництва паливних брикетів все більший інтерес викликає використання в якості сировини відходів рослинництва і, перш за все, соломи, яка на практиці, найчастіше, просто заорюється.

В якості джерела сировини для пресування паливних брикетів такі відходи займають істотне місце. Достатньо сказати, що при виробництві 1 т пшениці утворюється 2 т побічних відходів.

Використання вказаної сировини в якості палива має певні переваги. При цьому, перш за все, мається на увазі спалювання тюкованої соломи в спеціальних топках, що безумовно знайшло своє втілення на практиці в ряді країн. Даний спосіб утилізації соломи має і істотні недоліки. До їх числа можна віднести :

- дорожнечу установок для спалювання, що знижує універсальність такого палива для різних споживачів;
- невисокий к.к.д. таких установок, у тому числі внаслідок низької щільності і вогкості спалюваної сировини;
- незручність застосування зважаючи на крупні габарити палива і, відповідно проблем, пов'язаних з його доставкою споживачу і зберіганням сировини у великих об'ємах.

Рациональнішим є отримання палива з соломи шляхом брикетування. Переваги паливних брикетів відомі і очевидні (табл. 1). Достатньо сказати, що щільність брикетів, у тому числі і з соломи, сягає  $1,3 \text{ кг/дм}^3$ . Це знімає перераховані вище проблеми і робить таке тверде паливо справді універсальним як з погляду методів спалювання, так і з погляду кола споживачів [2].

Розглянемо особливості технології переробки соломи в паливні брикети. Брикети з житньої і пшеничної соломи, рапсу, лкостриці льону, кукурудзяні кочережки і т.і. легко пресуються в брикет. При цьому немає ніяких відмінностей в режимах пресування в порівнянні з пресуванням деревної тирси. На вигляд брикети з соломи також нічим не відрізняються від брикетів з тирси.

У частині підготовки сировини для пресування при використуванні соломи є певні відмінності. Це пов'язано з особливостями даного продукту, перш за все з довжиною стебел. Вогкість соломи, як правило, значно нижче за вогкість тирси після розпилювання, що, безумовно, є істотною перевагою.

Перша проблема розв'язується легко, оскільки соломорізки не є дефіцитом і широко використовуються. Слід зазначити, що, як правило, існуючі соломорізки не можуть забезпечити оптимальну фракцію сировини для пресування. Солома після такої переробки має значний відсоток стебел завдовжки десь 60 мм. Зважаючи на високу пластичність матеріалу, такий фракційний склад на роботу преса і формування брикету не впливає, але слід зазначити, що чим крупніше фракція, тим менше продуктивність пресу. Тому найбільш оптимальною як і для тирси є фракція порядку 1мм.

Подрібнення соломи здійснюється за допомогою соломорізки або скарифкатора. Перші соломорізки мали велику швидкість обертання, що призводило до небезпеки іскроутворення, високого енергоспоживання, необхідності технічного обслуговування, непридатності їх для подрібнення вологої соломи. Їм на зміну прийшли досконаліші соломорізки з невеликою швидкістю обертання (близько 30 об/хв). В даний час 13 теплових станцій Данії обладнані соломорізками, проте на нових станціях вони вже не встановлюються.

Соломорізки поступово витісняються скарифкаторами, при роботі яких брикети соломи розділяються на частини, і солома фактично повертається до свого початкового стану перед брикетуванням. При цьому зводяться до мінімуму вказані вище недоліки. Продуктивність скарифкаторів складає 15-1000 кг/г, швидкість обертання - до 30 об/хв.

Різновидом скарифікаторів є так звані соломорозділювачі, в яких немає частин, що обертаються, а брикети соломи подрібнюються при просуванні між парою зубчатих стрічок. Скарифікатори діють на 21 тепловій станції Данії.

Є ще одна обставина, на яку слід звернути увагу. Враховуючи, що прибирання соломи здійснюється механізованим способом, в тюкованій соломі присутні частинки ґрунту. В процесі переробки цей абразив має негативний вплив на робочий інструмент пресу.

Для усунення цього недоліку необхідне застосування спеціального інструменту.

Табл. 1 - Характеристики брикетів з різних видів сировини [3]

Види брикетів	Зольність	Теплота згорання, Ккал/кг
Брикет з обпилу	0,2-0,5%	4600-5000
Брикет з соломи зернової	5,8%	4480
Брикет з соломи рапсу	6,5%	4070
Брикет з костриці льону	5,3%	4400
Брикет з полови	5,0%	3985
Брикет з кукурудзяних качанів	2,5%	4300

#### Постановка завдання

Розглянемо цю проблему відносно переробки ріпаку. По об'ємах виробництва ріпаку Україна вийшла на п'яте місце в світі. Але, на жаль, практично вся сировина ріпаку потрапляє за кордон. Це викликає високу закупівельну ціну ріпаку на вітчизняному ринку, яка не дозволяє економічно вигідно виробляти біодизель з ріпаку в Україні. До того ж, у погоні за високими прибутками сільгоспвиробники по об'єктивних і суб'єктивних причинах порушують агрокультуру в процесі його вирощування.

На відміну від традиційного підходу, пропонується змінити пріоритети в процесі переробки рапсової сировини. Запропонований підхід полягає у тому, що на перший план виходить використання в першу чергу соломи рапсу, з якої, за розробленою технологією, виробляються паливні брикети (пеллети) з додаванням торфу і інших інгредієнтів. Випробування таких брикетів показали, що вони за своїми якісними показниками можуть претендувати на одне з кращих альтернативних палив з біомаси в Європі (висока теплота згорання, низька зольність, невисока ціна, значне зменшення шкідливих викидів та ін.). При цьому біодизель стає супутнім продуктом.

Такий підхід дозволить окупити витрати на посів рапсу, виробництво брикетів, і, найголовніше, виробляти біодизель за доступною ціною, конкурентоздатною по відношенню до бензину. Це змінить пріоритети, і приведе до того, що продавати ріпак селянам стане вигіднішим в Україні, а не за кордон.

#### Виклад основного матеріалу

Розроблена технологія [4], яка включає збирання всієї ріпакової сировини разом із соломом, відділення насіння ріпаку, його очищення і видавлювання з нього олії. Потім відбувається процес фільтрації одержаної олії від механічних та інших супутніх домішок, її нейтралізація і етерифікація при додаванні метилового спирту і лужного каталізатора з відділенням гліцеринової фракції.

Солому ріпаку подрібнюють, причому ступінь подрібнення залежить від виду наступної переробки в брикети або в пеллети. До подрібненої соломи додають жмих, який залишається при видавлюванні олії, та гліцерин, який відділяється при приготуванні рідкого біопалива. Одержану таким чином суміш ретельно перемішують і піддають грануляції з одержання пеллет.

Таким чином вирішується задача комплексного одержання рідкого та твердого екологічно чистого органічного палива з сировини рослинного походження - ріпаку, шляхом одночасної переробки усієї сировини, що забезпечується використанням відходів одного виду продукції для виробництва другого виду продукції.

Спосіб отримання комплексу екологічно чистих твердого та рідкого органічного палива дозволяє повністю переробляти таку сировину, як ріпак, практично не залишаючи відходів. При цьому виробництва твердого та рідкого органічного палива відбуваються разом. Жмих та гліцерин, що утворюються в якості відходів при виробництві рідкого біопалива, відразу використовуються для виробництва твердого біопалива. Тому даний спосіб дозволяє здійснити комплексну переробку ріпаку. До того, тверде біопаливо, яке виробляється при даному способі переробки ріпаку, має велику теплотворну здатність, а тому є конкурентоздатним біопаливом.

Використання запропонованого способу виробництва рідкого та твердого біопалива дозволить підвищити ефективність процесу переробки ріпаків сировини, а також значно збільшити кількість та якість біопалива, що утворюється при цьому.

Розробки авторів проекту, підтверджені експертизами УкрСЕРПО, показують, що гранульоване або брикетоване альтернативне паливо на основі соломи ріпаку є одним з кращих видів твердого альтернативного палива. Вперше в Україні цьому виду палива НАЕР видане свідоцтво про приналежність палива до альтернативного [5].

За рахунок виробництва пеллет або брикетів з соломи ріпаку можливо зробити виробництво біодизеля з насіння ріпаку побічним продуктом, що в свою чергу дає можливість виробляти на Україні національний біодизель, конкурентоздатний з іншими видами палива.

Особливість виробництва полягає у тому, що на одному і тому ж устаткуванні можливий випуск альтернативного твердого гранульованого палива як на основі рапсової соломи, так і комбінованого твердого палива з торфу і відходів деревини.

Технічною основою лінії для брикетування соломи є гідравлічний прес. На рис. 1 наведена схема лінії брикетування соломи рапсу продуктивністю 350 кг/год вологістю до 14 % [6].

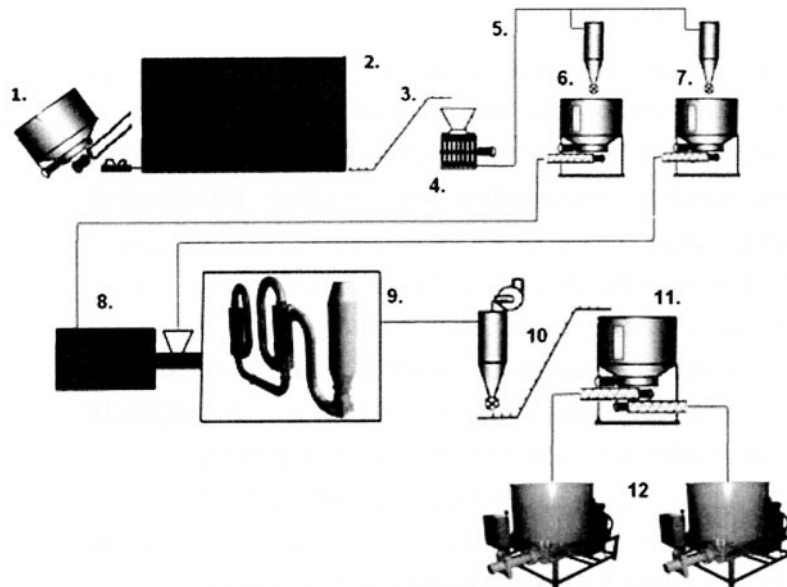


Рис. 1 - Лінія брикетування соломи ріпаку продуктивністю 350 кг/год.

- 1 – подрібнювач рулонної соломи; 2 – бункер-накопичувач сирій соломи з рухомим дном;  
3, 10 – транспортер; 4 – подрібнювач; 5 - пневмотранспорт; 6 - бункер-накопичувач з дозуванням сирій соломи для теплогенератора; 7 – бункер-накопичувач з дозуванням сирій соломи для сушки;  
8 - теплогенератор; 9 - вузол сушки; 11 - бункер-накопичувач для дозування сухої соломи на брикетування; 12 - брикетувальник

Беручи до уваги факт вступу України в світову організацію торгівлі, і з урахуванням того, що в Україні в 2008 році засівається тільки озимим ріпаком 1,5 млн. га - можна зробити висновок, що надалі можливе виробництво більш ніж 7 млн. тонн альтернативного гранульованого палива на основі соломи ріпаку, експортна ціна якого складе не менше 1 млрд. євро.

Викиди CO<sub>2</sub> (емісія в повітряний простір) при спалюванні розроблених гранул в 15 разів нижчі порівняно з природним газом, в 30 разів - порівняно з коксом і в 50 разів - порівняно з вугіллям антрациту.

Необхідно також відзначити наступні переваги гранульованого біопалива:

- горіння відбувається ефективніше,
- подача палива може бути легко автоматизована;
- значне здешевлення зберігання і транспортування гранул;
- гранули можуть використовуватися на установках різної потужності для отримання як теплової, так і електричної енергії;
- пальники для гранул легко встановлюються на котли замість відпрацьованих пальників для рідкого палива із збереженням високого рівня автоматизації.

Використовування гранульованого біопалива сприяє зменшенню парникового ефекту, тому що вуглекислота (CO<sub>2</sub>), що звільняється, вважається "нейтральною", оскільки при спалюванні звільняється стільки CO<sub>2</sub>, скільки рослина прийняла під час зростання (закритий вуглецевий обмін). При спалюванні викопного пального, навпаки, звільняється вуглекислота, зібрана за мільйони років. А це веде до підвищення вмісту CO<sub>2</sub> в повітрі і, отже, до антропогенного парникового ефекту.

Разом із зменшенням викидів вуглекислоти при використуванні розроблених пеллет відбувається зменшення викиду двоокису (діоксиду) сірки. А це, у свою чергу, приводить до зменшення кислотних дощів і зниження загибелі лісу.

Розроблене біопаливо належить до числа високоякісних палив; його основними перевагами є вторинне згорання, екологічна чистота в порівнянні з іншими видами палив, відсутність впливу на баланс вільного вуглецю в атмосфері.

Середня ціна для дрібних споживачів знаходиться на рівні 170-190 €/т, для промислових споживачів 120-130 €/т. При цьому необхідно враховувати, що великі споживачі використовують промислові гранули. Характерною межею ринку гранул є відносно стабільна ціна на продукцію.

### **Висновки**

Конкурентоспроможність гранул, виготовлених з ріпаків соломи та відходів переробки ріпаку, визначається:

- унікальністю рецептури гранул, які заплановані до випуску;
- підтвердженими результатами незалежних експертиз, проведеними на запит розробників проекту;
- розроблені гранули мають високу енергоконцентрацію при незначному об'ємі. Теплотворна здатність пеллет на основі соломи ріпаку складає від 4500 до 5000 кВт/т. Тонна гранул (1,5 куб. м) повністю замінює 2500 кг дизельного палива, а екологічний ефект незрівняний;
- для виробництва гранул витрачається значно менше енергії, ніж при виробництві нафтопродуктів і електроенергії;
- пеллети не потребують великої площі для складування, оскільки мають високу насипну масу. Для опалювання пеллетами приміщення площею 150 м<sup>2</sup> витрачається тільки 7,5 куб. м для запасу на один рік;
- при використуванні біопалива зола складає лише 1,5% від маси палива. Попіл збирається в сучасних печах і котлах раз на два роки.

### **Список літератури**

1. Касин И.В. Топливо из бытовых и растительных отходов.-URL= <http://www.kasin.org/pdf/chapter2.pdf>.
2. Из опыта производства топливных брикетов. - ЧПУП "ЭКОБРИК". - URL=[www.brikk.info/articles/73-2009-01-05-08-35-59.html](http://www.brikk.info/articles/73-2009-01-05-08-35-59.html)
3. ИП Тронин – движение в будущее.-URL=<http://tronin.deal.by/>
4. Якушко С.І., Остапенко Г.О. Спосіб отримання комплексу екологічно чистих твердого та рідкого органічного палива. - Заявка у 2010 03438.

5. Свідоцтво №1 про належність палива до альтернативного. – НАЕР. 05.11.2007.
6. Преврати опилки в деньги.-URL= <http://www.opilkam.net>.